

Estructura de las comunidades de peces en los arrecifes del grupo insular Sabana-Camagüey, Cuba.

Fish community structure on reefs from the insular group Sabana-Camagüey, Cuba

Rodolfo Claro y Juan P. García-Arteaga

Instituto de Oceanología. Ave. 1ra No. 18406. Rpto. Flores, La Habana, Cuba

Resumen

Se caracterizó la estructura de las comunidades de peces en cuatro tipos de hábitats arrecifales, a lo largo de la plataforma exterior del Grupo Insular Sabana-Camagüey, al N de la región central de Cuba, con el fin de establecer la línea base de la ictiofauna, su relación con la explotación pesquera y con el manejo de la zona costera y los cambios ambientales que se prevé provocará el desarrollo turístico en la zona. La estructura comunitaria se analizó mediante los índices de diversidad, equitatividad, riqueza de especies, densidad y biomasa (standing-crop), estimados a partir de 86 censos visuales en arrecifes de parche, bancos, mesetas y pendientes arrecifales (15-25 m), en tres subzonas en las cuales se dividió la plataforma según sus peculiaridades geográficas. Se encontró mayor diferencia en la estructura de las asociaciones entre tipos de hábitats que entre regiones, lo que apoya el criterio de cierto determinismo en la composición, distribución y abundancia de las comunidades de peces arrecifales. A partir de nuestros datos y los de la literatura, se argumenta que los valores de biomasa de peces en las zonas arrecifales no parecen guardar una clara relación con la productividad pesquera, lo cual, en parte, resulta un artificio de la comparación de datos obtenidos con diferentes métodos y escalas espaciales. Se resumen datos y comparaciones de biomasa y capturas en diferentes zonas arrecifales.

Summary

It was studied the fish community structure in four reef habitats along the external shelf of the Insular Group Sabana-Camagüey, north central region of Cuba, with the objective to establish the baseline of the ichthyofauna, its relation with fishing exploitation and with management of coastal zone and possible environmental changes as result of tourism development. Community structure was analyzed using diversity, evenness and richness indexes, and the estimation of fish density and biomass (standing-crop) in 86 visual censuses done on patch reefs, reef banks, reef crests and reef slope (15-25 m), in three subzones in which the self was divided according to its geographical characteristics. It was found higher differences in community structure within reef habitats than among sites, which sustain the criteria of certain determinism in ichthyofauna composition, distribution and abundance on coral reefs. From our data and literature information, it is inferred that fish biomass estimates in coral reefs don't seem to keep a clear relation with fishing productivity, which, in part, is an artifact of the comparison of data obtained by different methods and spacial scales. Some data and comparison of the standing-crop and fish yields in different reefs are presented.

Palabras Clave: Peces; estructura de comunidades; arrecifes; Cuba

Key words: Fishes; community structure; reefs; Cuba

INTRODUCCIÓN

Para la elaboración de medidas adecuadas de administración pesquera y protección del ecosistema, resulta de vital importancia el conocimiento de los factores que determi-

nan la productividad biológica y pesquera, y una herramienta indispensable para el manejo y conservación de los ecosistemas. En las regiones tropicales, la producción pesquera se basa fundamentalmente, en la explotación de los arrecifes coralinos (MUNRO, 1983), los cuales, por su alta producción biológica son capaces de suministrar niveles de captura por unidad de área muy superiores a las regiones templadas con alta productividad pesquera. La biomasa de peces en los arrecifes puede ser 30-40 veces mayor que la de los peces demersales de diferentes zonas de pesca del SE de Asia, el Mediterráneo y otras zonas templadas (STEVENSON Y MARSHALL, 1974; CARPENTER, 1977; RUSS, 1984). No obstante, la gran diversidad de especies, tallas y hábitos de vida, impide la utilización comercial de una buena parte de esa biomasa.

A pesar de la alta producción primaria, biomasa y diversidad de peces en los arrecifes, la componente pescable del stock es limitada y puede agotarse rápidamente por una explotación intensiva o mal orientada (HAUSTMAN, 1980).

Por otra parte, existe muy poca información sobre los patrones de composición, distribución, abundancia y estructura de las asociaciones de peces, tanto a escala de sistemas arrecifales complejos, como a nivel de tipos de hábitats. Algunos estudios en esa dirección se han realizado principalmente en el Océano Pacífico (JONES Y CHASE, 1975; TALBOT Y GOLDMAN, 1972, GOLDMAN Y TALBOT, 1976; ANDERSON *ET AL.*, 1981), pero en el Caribe solo conocemos los presentados por ALEVIZON *ET AL* (1985) para aguas de Bahamas y CLARO *ET AL.*, (1990) en el Golfo de Batabanó, Cuba. La mayoría de los estudios realizados sobre la estructura de las comunidades de peces se han limitado a pequeñas estructuras o arrecifes localizados (OGDEN, 1982), cuyos resultados no pueden ser extrapolados a la macroescala de los sistemas arrecifales complejos.

En el complejo de praderas marinas y arrecifes del Grupo Insular Sabana-Camagüey, existe desde hace muchos años una intensa actividad pesquera a la cual se suma, en los últimos años, un vasto plan de desarrollo turístico que podría provocar serias modificaciones al ecosistema.

Considerando los antecedentes mencionados, se planteó como objetivos principales de este trabajo, caracterizar a escala especial amplia, la composición, distribución, densidad, biomasa y estructura de las asociaciones de peces en los arrecifes de esta región, como elemento básico para su manejo y conservación, y al mismo tiempo, definir algunas peculiaridades de tales comunidades en relación con sus hábitats.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron cuatro tipos de arrecifes o hábitats, de acuerdo con los patrones descritos para los arrecifes del Caribe (GOREAU, 1959): arrecifes de parche (4-10 m de profundidad), bancos (0,5-2,5 m), mesetas (0,3-4,0 m) y pendientes arrecifales (15 y 25 m).

Entre 1987 y 1989 se realizaron 86 censos visuales con buceo autónomo en los arrecifes ubicados en la franja costera exterior de la cayería, desde Punta Hicacos a cayo Sabinal (Fig.1).

Los censos visuales fueron realizados por dos observadores, en transectos de 100 m de largo por 6-8 de ancho (3-4 m a cada lado de una cuerda previamente extendida en el

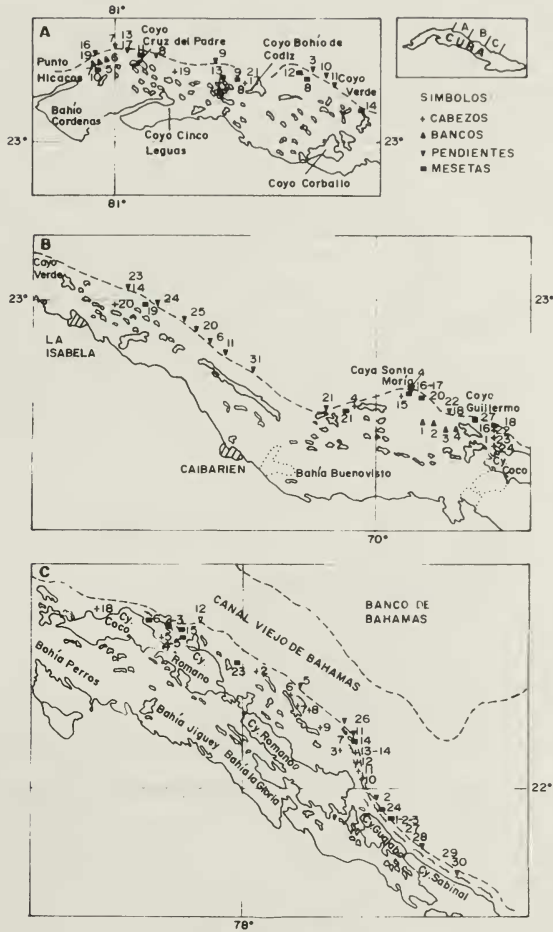


Fig. 1. Ubicación de las estaciones muestreadas en los arrecifes del Grupo Insular Sabana-Camagüey. A -subzona occidental; B -subzona central; C -subzona oriental.

Fig. 1. Location of sampled stations on coral reefs from the Insular Group Sabana-Camagüey. A -western subzone, B - central subzone; C -eastern subzone.

fondo por un buzo), tomando como principio la metodología propuesta por BROCK (1954), ajustada a nuestras condiciones. En el caso de los arrecifes de parche se censaron todos los peces observados en ellos y se calculó el área de cada arrecife. En una tablilla, se anotaba la especie, número de individuos y talla estimada de cada uno. Con esos valores se calculó el peso total de los individuos de cada especie en el muestreo, empleando para ello las relaciones largo-peso previamente calculadas u obtenidas en la literatura (BOHN-SACK Y HARPER, 1988; CLARO Y GARCÍA-ARTEAGA, en prensa). En los pocos casos en que no se contó con ecuaciones de este tipo para la especie, se empleó la de aquella del mismo género cuyos caracteres morfológicos son más semejantes. En cada muestreo se cal-

culó: densidad y biomasa total, por especie y familia, índice de diversidad -H' (SHANNON Y WEAVER, 1949), índice de riqueza -R' (MARGALEF, 1951), índice de equitatividad -J' (PIELOU, 1966). La riqueza de especies se comparó mediante la construcción de curvas acumulativas promedios de al menos cinco combinaciones aleatorias del número acumulado de especies contra el número de individuos, en las estaciones de cada subzona o hábitat.

Para establecer el grado de similitud entre muestreos y entre biotopos y zonas, se empleó el coeficiente de comunidad de GOODALL (1973):

$$CG = n_c / (n_j + n_k - n_c)$$

donde: n_c es el número de especies comunes a dos muestreos; n_j es el número de especies en los muestreos j y k. Para evaluar la riqueza de especies se empleó además las curvas de rarefacción de SANDERS (1960). La estructura de la ictiofauna se analizó también mediante el método de frecuencia-abundancia descrito por Mason y Briant (1974). Para ello se establecieron tres niveles de frecuencias: A - especies que aparecen en más de 67% de los muestreos; B -entre 33 y 67%, y C -en menos de 33%. El porcentaje en densidad y biomasa se subdividió a su vez en cuatro niveles: 1 -más de 10%; 2 -entre 1 y 10%; 3 -entre 0,1 y 1%; 4 -menor de 0,1%. De esta forma cada especie se coloca en cada una de las 12 categorías de acuerdo con su presencia y con su densidad y biomasa.

Se calculó además el índice de jerarquía -IJ (ranking index) para cada especie, multiplicando el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia por el porcentaje de individuos y jerarquizando después los valores obtenidos.

Por su gran longitud y peculiaridades geográficas, la zona se dividió en tres subzonas, algunas de cuyas características principales se resumen a continuación:

- La región de Punta Hicacos a cayo Verde (Fig. 1A) comprende la Bahía de Cárdenas y la Bahía de Santa Clara, bordeadas por un rosario de cayos que las separan del mar abierto. Al norte de los cayos y paralelamente a estos se extiende una estrecha franja de plataforma de fondo rocoso y arena gruesa, con arrecifes de parche, bancos arrecifales y arrecifes costeros. A la profundidad de 20-25 m se encuentra el veril que aparece como una pared casi vertical hasta más de 100 m de profundidad.

- La subzona central, desde cayo Verde hasta cayo Guillermo (Fig. 1B) comprende el Puerto de Sagua la Grande y las Bahías San Juan de los Remedios y Buenavista. Por la parte exterior de la cayería la plataforma es algo más ancha que en la subzona anterior y presenta extensas praderas de *Thalassia* y fondos arenosos con arrecifes de parche, y en su parte más oriental varios bancos arrecifales poco profundos rodeados de praderas y arenales.

- La subzona más oriental, de cayo Guillermo hasta cayo Sabinal (Fig. 1C), se caracteriza por la presencia de islas relativamente grandes. Al N de la cayería se extiende paralela a este, una larga franja de mesetas arrecifales y abundantes cabezos. Después de estos, en dirección al océano, prevalecen fondos de arena gruesa con aislados cabezos hasta el veril. No son comunes en esta subzona los bancos arrecifales. En el tramo que se extiende desde cayo Francés hasta cayo Confites, no encontramos arrecifes coralinos en la pendiente arrecifal, al menos hasta los 40-50 m de profundidad, sino solo un arenazo que llega hasta el mismo borde del talud. Hacia el E, la pendiente arrecifal presenta características similares a las subzonas central y occidental.

En cada una de las tres subzonas se realizaron muestreos repetidos en cada tipo de hábitat. Se calcularon los valores promedios para cada indicador $\pm$ la desviación estandar y además se obtuvo sus valores medios ponderados por acumulación de todos los muestreos en cada biotopo y subzona. Se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si son significativas las diferencias en las medias de la densidad y biomasa de las poblaciones entre subzonas y entre tipos de habitats (con la excepción de los bancos arrecifales que se muestrearon en solo dos subzonas). Para valorar la significación entre pares de habitats o subzonas, se empleó la prueba U de Mann Whitney. En todos los casos se empleó un valor de significación de $P > 0,05$. Con los valores de las densidades de las especies para cada hábitat en cada subzona, se realizaron análisis de agrupamiento empleando el índice de disimilitud de Bray Curtis, con una estrategia de clasificación flexible y valor-beta de $-0,25$ (BOESH, 1977). Para hacer un estimado de la biomasa pesquera, simplemente se sumó la biomasa de las especies aceptadas en Cuba como comerciales, independientemente de su talla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura de las asociaciones de peces según el biotopo Asociaciones de peces en los bancos arrecifales

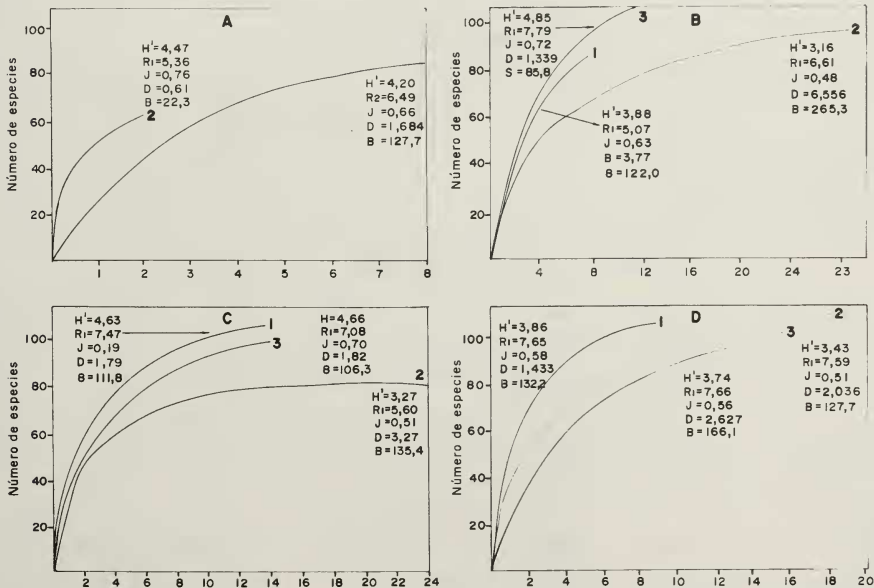


Fig. 2. Curvas acumulativas promedios del número de especies y algunos parámetros de la estructura de las comunidades de peces en los arrecifes de banco (A), arrecifes de parche (B), mesetas (C) y pendientes arrecifales (D) del Grupo Insular Sabana-Camagüey.

Fig. 2. Average cumulative curves of species number and some parameters of fish community structure on bank reefs (A), patch reefs (B), reef crests (C) and reef slope (D), from the Insular Group Sabana-Camagüey.

Los arrecifes de banco se caracterizaron por su pobre densidad y biomasa de peces, y valores relativamente altos de sus índices de diversidad (3,06-4,62) y equitatividad (0,51-0,83) (Tabla 1). La riqueza fué más alta en la subzona occidental, y la región central presentó mayor homogeneidad entre estaciones (Fig. 2A). Los bancos de la región occidental presentaron valores más altos de densidad (diferencia significativa para $p > 0,05$, Tabla 2). En ello influyó la cercanía de dichos arrecifes a la pendiente arrecifal, lo que facilita el movimiento de algunas especies entre ambos biótopos. Ello explica la presencia en los bancos arrecifales de esta zona de agrupaciones notables de *Ocyurus chrysurus* y *Melichtys niger*, especies más comunes en el veril. Por el contrario, los bancos de la zona central (conocidos como Las Coloradas) se encuentran relativamente aislados de otros arrecifes por extensas zonas de arenales y praderas de *Thalassia* poco densas, donde al parecer no es abundante el alimento para los carnívoros, lo cual podría explicar la poca cantidad de estos en dicho biotopo.

En la subzona occidental, *Ocyurus chrysurus* fué la especie dominante, pero poco frecuente en la segunda. Por ello, al unir los muestreos de toda la zona, predominó *Thalassoma bifasciatum* (F/a-b = A/1-3; IJ = 1), seguida de *Ocyurus chrysurus* (F/a-b = B/1-1; IJ = 2) y *Haemulon flavolineatum* (F/a-b = A/2-2; IJ = 3).

Estación	Area	No. spp.	H'	R ₁	J	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²
Sub-zona Punta Hicacos-cayo Verde							
5	1300	62	3.06	5.14	0.51	2.8792	216.89
6	2000	68	4.18	5.83	0.69	1.4465	123.04
7	1400	38	3.14	3.59	0.65	0.9117	55.58
Medias		56				1.7465	132.84
± DE		16				1.0170	82.59
Acumulado	4700	85				1.6845	129.67
Sub-zona Boca de Sagua la Grande-cayo Guillermo							
1	640	36	3.90	3.88	0.75	0.8098	33.37
2	600	50	4.62	5.55	0.82	0.7586	35.19
3	1000	29	4.05	3.33	0.83	0.3380	11.88
4	1000	21	3.06	2.28	0.70	0.4380	8.55
Medias		34				0.5861	22.25
± DE		12				0.2333	13.98
Acumulado	3240	60				0.6098	22.28
Toda la zona							
Medias		43				1.0831	69.21
± DE		17				0.8697	75.61
Acumulado	7940	92				1.0830	84.66

Tabla 1. Valores de densidad, biomasa y de algunos indicadores ecologicos de las asociaciones de peces en los bancos arrecifales del Grupo Insular Sabana-Camagüey.

Table 1. Values of density, biomass, and some ecological indices of fish communities from reef banks of the Insular Group Sabana-Camagüey.

Comparaciones	H'	R _i	J	Densidad	Biomasa
Entre sub-zonas					
Bancos, subzonas 1 y 2	NS	NS	NS	S(1>2)	S(1>2)
Cabezos, subzonas 1 y 2	NS	NS	NS	NS	S(2>1)
1 y 3	NS	NS	S(3>1)	S(1>3)	NS
2 y 3	NS	NS	S(3>2)	S2>3)	S(2>3)
Mesetas, subzonas 1 y 2	S(1>2)	S(1>2)	S(1>2)	NS	S(2>1)
1 y 3	S(1>3)	S(1>3)	NS	NS	NS
2 y 3	S(3>2)	NS	S	NS	NS
Pendientes a 15 y 25 m	NS	NS	NS	NS	S(15>25)
Pendientes,					
subzonas 1 y 2	NS	S(1>2)	NS	NS	NS
1 y 3	NS	S(1>2)		NS	NS
2 y 3	NS	NS	NS	NS	NS
Entre tipos de arrecifes					
Bancos y cabezos	NS	NS	NS	S(C>B)	S(C>B)
Bancos y mesetas	NS	NS	S(B>P)	S(M>B)	NS
Bancos y pendientes	NS	NS	S(B>P)	S(P>B)	S(P>B)
Mesetas y cabezos	NS	S(M>C)	NS	NS	NS
Cabezos y pendientes	NS	NS	S(C>P)	S(C>P)	NS
Mesetas y pendientes	S(M>P)	NS	NS	NS	NS

Tabla 2. Resultados de la comparación de las diferencias en los valores medios de H', R_i, J, densidad y biomasa de peces entre las tres sub-zonas estudiadas, y entre tipos de arrecifes, empleando la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, para un nivel de significación de $p > 0,05$. Abreviaturas: 1 -subzona occidental; 2 -subzona central; 3 -subzona oriental; > -densidad o biomasa mayor; S -diferencia significativa; NS -diferencia no significativa; B -bancosarrecifales; C -cabezos; M -mesetas; P -pendientes.

Table 2. Results of comparison of mean values of H', R_i, J, fish density and biomass between the three studied subzones, and between habitat types, using the Mann-Whitney non-parametric test for significance level for $p > 0,05$. Abbreviations: 1 -western subzone; 2 - central subzone; 3 -eastern subzone; > density or biomass higher than; S -significant difference; NS -non significant difference; B -reef bnks; C - patch reefs; M - reef crests; P - reef slopes.

Al comparar entre sí la composición por especies entre estaciones de ambas regiones se obtuvo valores bajos del índice de comunidad: de 0.20 a 0.50 (media 0.37 ± 0.10), evidenciando poca coincidencia entre pares de muestreos. Sin embargo, al comparar los muestreos acumulativos de ambas regiones, se obtiene un valor más alto: 0,58.

Un análisis de agrupamiento, empleando el índice de Bray-Curtis (BOESH, 1977) mostró una alta afinidad entre las estaciones de una misma región, aunque la estación 2 mostró mayor afinidad con las de la subzona occidental (Fig. 3C). Tal relación al parecer está dada por la posición geográfica y características topográficas de los bancos de cada una de las dos zonas. Los de la región central están muy cercanos uno al otro y presentan caracteres topográficos muy similares, y están todos ubicados en similares condiciones geográficas. Los de la subzona occidental están más dispersos, algunos de ellos cerca del borde de la plataforma.

La baja densidad y biomasa de peces en los bancos arrecifales al parecer está relacionada con el poco desarrollo de corales en los mismos, lo cual determina un relieve

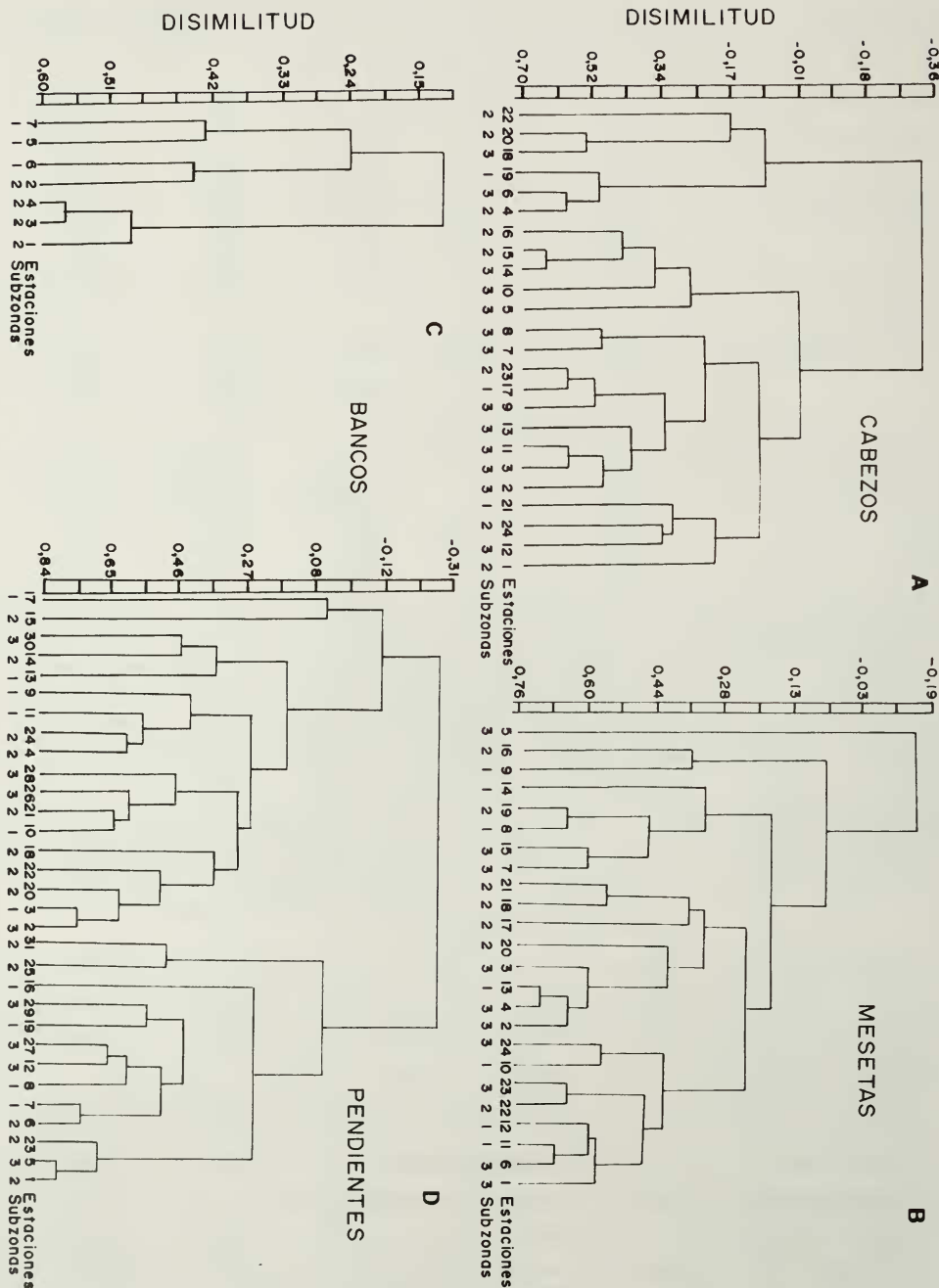


Fig. 3. Análisis de agrupamiento de las comunidades de peces en los arrecifes del Grupo Insular Sabana-Camagüey, empleando el índice de disimilitud de Bray-Curtis.

Fig. 3. Cluster analysis of fish community on coral reefs from the Insular Group Sabana-Camagüey, using the Bray-Curtis dissimilarity index.

vertical poco acentuado y con pocos refugios para los peces y los invertebrados que les sirven de alimento. Por otra parte, estos se encuentran rodeados de extensos arenales, con poca o ninguna vegetación, especialmente los de la subzona central, donde la base alimentaria para los peces debe ser pobre, a lo cual podría atribuirse la poca densidad de pargos, (Lutjanidae), roncós (Haemulidae) y otros carnívoros. Además de los factores mencionados hay que considerar el tamaño del arrecife. En este caso se trata de bancos relativamente extensos (15-20 ha ó más), lo cual generalmente contribuye al incremento de la diversidad y constancia de la comunidad (BROCK *ET AL.*, 1979; GLADFELTER *ET AL.*, 1980; ANDERSON *ET AL.*, 1981; OGDEN Y EBERSOLE, 1981) al influir positivamente en la posibilidad de colonización de un mayor número de especies. Así pues, en los arrecifes de banco de esta zona, la extensión del arrecife parece ser determinante de su diversidad y riqueza, mientras que el escaso relieve, la turbulencia y la pobre base alimentaria pueden influir en la baja densidad y biomasa, y predominio de especies de pequeña talla.

La biomasa de especies de interés comercial fué muy pobre, (16 g/m²) y se concentró principalmente en los bancos de la subzona occidental, gracias a la presencia de *Ocyurus chrysurus*.

Asociaciones de peces en los arrecifes de parche

En total se encontraron 131 especies de peces en los cabezos muestreados a lo largo de toda la zona (Tabla 3), aunque el número en cada estación fluctuó de 30 a 68 (promedio 44 ± 12 DE). Las curvas acumulativas de número de especie muestran mayor riqueza en las zonas oriental y central. En la subzona oriental la diversidad fué más homogénea entre estaciones y fluctuó entre 3,10 y 4,31. En la subzona occidental sus valores fueron semejantes a la oriental, pero en la región central se observó mayor variabilidad, con valores bastante bajos (1,51-4,31). Los índices de riqueza de especies y de equitatividad presentaron valores más altos en la región oriental y occidental (Fig. 2b), mientras que la densidad y biomasa fueron mayores en la subzona central, aunque la diferencia en la densidad entre las subzonas central y occidental, no fué significativa (Tabla 2). La presencia de grandes agrupaciones de varias especies de Haemulidae, principalmente *Haemulon plumieri* (F/a-b = A/1-1, IJ = 1), *H. flavolineatum* (A/1-2) y *H. aurolineatum* (C/1-1), fué el factor determinante de la alta biomasa observada en esa subzona.

El carácter gregario de estas especies influyó en los valores relativamente bajos del índice de diversidad, en dicha región. En la subzona occidental *Chromis cyaneus* fué la especie dominante (IJ = 1; F/a-b = A/1-3), mientras que en la oriental lo fué *Thalassoma bifasciatum* (IJ = 1; F/a-b = A/1-2). La mayor frecuencia y abundancia de Haemulidae en la región central, evidentemente está relacionada con la mayor amplitud de la plataforma exterior y la existencia en ellos de praderas de *Thalassia*, donde se alimentan estos peces. En términos generales, la composición por especies en las tres subzonas fué muy similar (G_c de 0,60 a 0,69). No se encontró similitud entre las estaciones de las tres subzonas, al aplicar un análisis de agrupamiento empleando el índice de Sorensen y el de disimilitud de Bray-Curtis (Fig. 3A).

Considerando todos los muestreos realizados en la zona, la familia Haemulidae constituyó 43% de la biomasa y 59% de todos los especímenes censados. La biomasa de especies

Estación	Area	No. spp.	H'	R ₁	J	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²
Sub-zona Punta Hicacos-cayo Verde							
17	320	41	3.75	4.22	0.70	2.2315	154.34
19	650	62	4.12	5.36	0.69	4.0833	174.88
21	950	68	3.01	5.62	0.79	4.0832	102.34
Medias		57				3.4660	130.52
± DE		14				1.0691	26.27
Acumulado	1920	84				3.7740	122.01
Sub-zona Boca de Sagua-cayo Guillermo							
1	540	65	3.43	5.35	0.57	7.4233	553.22
4	300	52	4.31	5.47	0.76	2.1231	171.72
15	30	46	3.50	4.78	0.63	22.6662	737.08
16	400	45	4.34	4.60	0.79	1.8825	224.85
20	800	33	3.42	3.37	0.68	0.9014	50.25
22	550	32	1.51	2.36	0.30	16.5507	409.42
23	400	37	2.11	2.80	0.40	18.7275	547.60
24	1440	49	1.89	3.84	0.34	4.0626	163.17
Medias		45				9.1504	383.25
± DE		11				8.1361	238.35
Acumulado	4460	99				6.5561	265.25
Sub-zona cayo Coco-cayo Sabinal							
2	550	54	4.26	5.46	0.74	1.5253	68.45
3	800	61	4.24	5.44	0.71	2.6057	201.61
5	250	38	4.10	4.08	0.78	2.1320	479.00
6	200	48	4.06	4.87	0.73	4.0450	235.46
7	100	26	3.81	3.27	0.81	2.0000	91.37
8	2500	45	4.25	4.54	0.77	0.3300	26.86
9	518	41	4.31	4.87	0.80	0.5715	20.23
10	700	30	3.41	3.08	0.70	0.9859	51.74
11	1900	46	4.28	4.54	0.77	0.5047	24.45
12	800	34	3.72	3.34	0.73	1.1891	105.62
13	700	32	3.71	3.26	0.74	1.0502	91.24
14	800	26	4.04	3.51	0.86	0.1741	9.07
18	300	48	3.10	4.18	0.56	8.0164	592.90
Medias		41				1.9332	117.09
± DE		11				1.1213	134.16
Acumulado	10118	106				1.3390	85.82
Toda la zona							
Medias		44				4.5778	218.62
± DE		12				6.1033	213.21
Acumulado	16498	131				2.9066	138.50

Tabla 3. Valores de densidad, biomasa y de algunos indicadores ecologicos de las asociaciones de peces en los arrecifes de parches (cabezos) del Grupo Insular Sabana-Camagüey.

Table 3. Values of density, biomass, and some ecological indices of fish communities from patch reefs of the Insular Group Sabana-Camagüey.

Comunidades de peces del grupo insular Sabana-Camagüey, Cuba

Estación	Area	No. spp.	H'	R _i	J	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²
8	860	53	4.67	5.38	0.81	0.9448	88.42
9	500	56	4.37	5.72	0.75	4.5740	59.65
10	1520	72	3.92	6.17	0.63	1.9265	133.47
11	1200	69	4.31	5.85	0.71	2.6317	141.47
12	1000	53	3.58	4.95	0.62	1.4610	115.22
13	1000	66	4.49	6.02	0.74	1.7750	113.31
14	1100	62	4.57	5.57	0.77	1.8041	86.62
Medias		61				1.7310	105.44
± DE		8				0.5119	28.80
Acumulado	7180	103				1.7976	111.76
Sub-Zona Bocas de Sagua-cayo Guillermo							
16	800	56	3.60	4.81	0.62	3.4543	107.15
17	800	52	3.99	5.01	0.70	1.4455	71.45
18	800	53	3.85	4.61	0.67	3.1108	250.15
19	800	48	1.48	3.39	0.27	18.6863	588.33
20	1500	42	3.40	4.05	0.63	0.7475	18.64
21	1500	41	2.93	3.62	0.55	1.4149	30.50
22	800	43	3.17	4.23	0.58	1.2269	76.87
Medias		48				4.2980	163.30
± DE		6				6.4243	202.41
Acumulado	7000	83				3.2700	135.42
Sub-zona cayo Coco-cayo Sabinal							
1	500	51	3.41	4.69	0.60	3.2140	338.72
2	500	22	3.00	2.40	0.67	0.8580	6.44
3	340	22	2.95	2.38	0.66	1.3263	38.43
4	750	41	4.24	3.68	0.79	2.5153	139.80
5	890	48	3.94	4.83	0.71	0.9512	45.83
6	600	55	3.98	5.16	0.69	2.3681	96.77
7	550	61	4.26	5.60	0.72	3.0632	175.10
15	1760	50	3.88	4.44	0.69	1.0249	46.23
23	1200	54	4.08	4.81	0.71	1.7223	139.63
24	1200	51	3.64	4.34	0.64	2.4518	122.46
Medias		46				1.9493	114.94
± DE		13				0.8862	95.70
Acumulado	8290	99				1.8258	106.33
Toda la zona							
Medias		51				2.6957	126.28
± DE		12				3.5423	122.85
Acumulado	22470	125				2.3850	117.13

Tabla 4. Valores de densidad, biomasa y de algunos indicadores ecológicos de las asociaciones de peces en las mesetas arrecifales del Grupo Insular Sabana-Camagüey.

Table 4. Values of density, biomass, and some ecological indices of fish communities from reef crests of the Insular Group Sabana-Camagüey.

de importancia comercial fué aproximadamente 100 g/m^2 , valor muy bajo si lo comparamos con los cabezos del Golfo de Batabanó (CLARO *ET AL.*, 1990).

Asociaciones de peces en las mesetas arrecifales

En los 24 censos realizados en mesetas arrecifales se encontró en total 125 especies, aunque en cada muestreo se observaron de 22 a 72 (promedio $51 \pm 12 \text{ DE}$). Se encontró la mayor riqueza en la subzona occidental, seguida de la oriental (Fig. 2C). Los valores de H' , fueron también más altos (3,58-4,67) y homogéneos en la primera zona y muy variables en la zona central (1,48-3,99). Similar variación se observó en relación con el índice de equitatividad (Tabla 4), en lo cual influyó la dominancia de varias especies de Haemulidae, y Labridae en diferentes estaciones.

Las densidades y biomasa acumulativas fueron superiores en la subzona central, aunque solo se halló diferencia significativa (Tabla 2) al aplicar la prueba no paramétrica U de Mann Whitney (Tabla 3), entre las medias de la biomasa de las subzonas central y occidental.

La especie dominante por su densidad en las subzonas occidental y oriental fué *Thalassoma bifasciatum* ($IJ = 1$; $F/a-b = A/1-2$), seguida de *Haemulon flavolineatum* ($IJ = 1$; $F/a-b = A/1-1$), que fué la especie dominante en la subzona central, donde *T. bifasciatum* ocupó el segundo lugar ($IJ = 2$; $F/a-b = A/1-2$). Los barberos (Acanthuridae) también se distinguieron por su frecuencia y abundancia en las mesetas arrecifales.

Al igual que en el caso de los arrecifes de parche los análisis de agrupamientos no mostraron afinidad entre las estaciones de cada zona (Fig. 3B).

El valor del índice de comunidad (IG) fluctuó entre 0,63 y 0,74. Las principales diferencias en densidad y biomasa evidentemente fueron resultado del carácter agregado de las especies dominantes, y están relacionadas con las características fisiográficas del biotopo en cada estación: a mayor complejidad del relieve, mayor abundancia de peces.

La biomasa de especies de interés comercial en este biotopo fué relativamente baja: $65,2 \text{ g/m}^2$.

Asociaciones de peces en la pendiente arrecifal

En las 31 estaciones muestreadas en la pendiente arrecifal, a lo largo de toda la zona, a 15 y 25 m de profundidad, se observaron 132 especies de peces. El número de ellas en cada estación fluctuó notablemente: de 19 a 70 (promedio $44 \pm 10 \text{ DE}$). Los valores de H' , R_1 y J fueron muy variables y en general más bajos a 25 m de profundidad que a 15 (Tabla 5). A juzgar por las curvas de riqueza de especies (Fig. 2D) esta fué muy similar en las tres subzonas, aunque la occidental presenta mayor homogeneidad en cuanto a su diversidad y equitatividad.

Los valores medios y acumulativos de densidad y biomasa fueron mayores a 15 m que en 25, pero solo las diferencias de las medias de biomasa fueron estadísticamente significativas, debido principalmente a una mayor abundancia de pargos (Lutjanidae) y en menor medida de otros peces de mediana talla (Serranidae, Scaridae, Pomacanthidae, etc.), casi todas de interés comercial. Por otra parte, se observó que los pargos, que ocupan el primer lugar por su biomasa, fueron de mayores tallas (911 g/individuo como prome-

Comunidades de peces del grupo insular Sabana-Camagüey, Cuba

Estación	Area	No. spp.	H'	R ₁	J	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²
Sub-zona Punta Hicacos-cayo Verde							
Profundidad 15 m							
3	400	38	3.95	4.05	0.75	1.4125	131.52
8	800	57	3.57	5.55	0.61	1.3646	152.88
9	700	62	4.55	6.22	0.76	1.2755	331.02
16	625	44	3.76	4.93	0.69	0.6768	42.18
Promedios		50				1.1823	164.40
±DE		11				0.3418	120.99
Acumulado	2995	84				1.1739	169.78
Profundidad 25 m							
7	360	40	3.53	4.16	0.66	1.8448	156.76
10	800	51	4.44	5.71	0.78	0.5421	230.88
11	200	33	3.58	4.26	0.71	0.9100	88.44
13	800	51	3.26	4.89	0.57	1.5019	55.20
17	800	46	3.64	4.61	0.66	1.0789	55.07
19	700	47	1.48	4.06	0.27	3.6540	59.12
Promedios		45				1.5887	107.58
± DE		7				1.1095	71.88
Acumulado	3660	91				1.6123	106.13
Promedios 15 + 25 m							
Promedios		48				1.7147	129.98
± DE		10				1.1123	84.67
Acumulado	5885	104				1.4334	132.16
Sub-zona Boca de Sagua-cayo Guillermo							
Profundidad 15 m							
4	200	41	3.54	3.90	0.66	6.1000	520.16
14	800	34	3.07	3.50	0.60	0.8553	66.02
15	800	70	2.53	5.71	0.41	5.4555	218.03
22	800	35	3.65	3.51	0.71	1.0314	23.78
25	800	56	3.92	5.07	0.67	2.3073	157.65
Promedios		47				3.1491	197.12
± DE		15				2.4740	195.95
Acumulado		91				2.6310	140.19
Profundidad 25 m							
1	320	56	3.93	5.68	0.68	2.5687	715.80
6	185	27	4.14	3.98	0.87	0.5024	82.27
18	800	51	2.38	4.85	0.42	1.5916	48.29
20	800	46	1.28	4.08	0.23	2.6256	35.61
21	750	38	1.84	3.53	0.35	1.9201	162.41
23	800	45	2.90	4.21	0.53	1.7490	61.38
24	800	40	3.01	3.89	0.57	1.3016	121.32
31	800	38	3.78	4.11	0.72	0.6453	64.54

Tabla 5. Valores de densidad, biomasa y de algunos indicadores ecologicos de las asociaciones de peces en la pendiente arrecifal del Grupo Insular Sabana-Camagüey.

Table 5. Values of density, biomass, and some ecological indices of fish communities from reef slope of the Insular Group Sabana-Camagüey.

Estación	Area	No. spp.	H'	R ₁	J	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²
Promedio		43				1.6130	163.95
± DE		9				0.7855	206.58
Acumulado	5255	92				1.6535	120.14
15 + 25 m							
Promedios		44				2.2041	175.17
± DE		11				1.7337	208.31
Acumulado	8655	109				2.0358	127.95
Sub-zona cayo Coco-cayo Sabinal							
Profundidad 15 m							
2	470	46	3.53	4.30	0.64	3.0122	231.61
26	800	48	3.17	4.11	0.57	3.4403	423.32
28	200	58	4.40	5.64	0.75	6.2000	602.76
30	1100	35	4.35	3.86	0.85	0.4060	56.03
Promedios		47				3.2647	328.43
± DE		9				2.3722	236.53
Acumulado	2570	88				2.2783	244.97
Profundidad 25 m							
5	300	19	3.18	2.57	0.75	0.4266	179.89
12	800	51	4.20	5.03	0.74	1.2307	107.12
27	800	42	1.40	3.37	0.26	5.7553	125.86
29	1300	37	1.66	3.05	0.32	2.7565	68.07
Promedios		37				2.5422	102.25
± DE		13				2.3499	46.49
Acumulado	3200	79				2.9060	102.80
15 + 25 m							
Promedios		42				2.9035	237.52
± DE		12				2.2198	177.06
Acumulado	5770	101				2.6268	166.11
Toda la zona							
Profundidad 15 m							
Promedios		49				2.5798	227.46
± DE		12				2.1021	188.55
Acumulado	8195	115				2.0906	166.11
Profundidad 25 m							
Promedios		42				1.8111	134.33
± DE		9				1.3241	154.64
Acumulado	12115	114				1.9729	111.33
15 + 25 m							
Promedio		44				2.1336	173.38
± DE		10				1.6779	170.25
Acumulado	20610	132				2.0195	139.86

Tabla 5. Continuación
Table 5. Continuation

dio) en 15 m que en 25 m (586 g/ind.). Casi todas las especies presentes en 15 m estuvieron presentes en los 25, pero algunas otras (*Clepticus parrai*, *Inermia vittata* y *Gramma melacara*) se encontraron solo a 25 m.

En nuestro criterio, las diferencias observadas se deben a dos factores: a) mayor complejidad topográfica del sustrato en los arrecifes a 15 m, por la presencia de crestas, canchilones, cuevas, abundantes gorgonáceos, etc, que en 25 m, donde el cubrimiento de corales es generalmente más uniforme pero su variabilidad vertical es menor; b) interacciones bióticas más tensas en la zona del veril (depredación, competencia por el alimento y refugio, etc).

Los valores de H' y J fueron más altos y homogéneos en la subzona occidental, debido a menor dominancia, con excepción de la estación 19, que por su cercanía a Cayo Mono y estar sometida a gran influencia antrópica (turismo, pesca) posee características particulares. La riqueza de especies parece ser muy similar en las tres subzonas (Fig. 2D). La densidad y biomasa no presentaron diferencias significativas entre las tres subzonas.

Los valores del índice de comunidad entre estaciones y entre subzonas fueron más altos que en los otros biotopos analizados (Tabla 6). Por otra parte, el análisis de agrupamiento no mostró afinidad entre las estaciones de una misma subzona (Fig. 3D).

Las especies dominantes en las pendientes arrecifales fueron *Chromis cyaneus* (IJ = 1; F/a-b = A/1-3), *Clepticus parrai* (IJ = 2; F/a-b = A/2-3), *Thalassoma bifasciatum* (IJ = 3; F/a-b = A/2-3), *Stegastes partitus* (IJ = 4; F/a-b = A/2-3) y *Scarus croicensis* (IJ = 5; F/a-b = A/2-3). Las dos primeras y la cuarta, son especies características de la pendiente arrecifal y raramente presentes o en pequeña cantidad en otros biotopos, mientras que *Thalassoma bifasciatum* y *Scarus croicensis* son frecuentes y abundantes en todos los biotopos.

Diversidad faunística

Considerando que los análisis de agrupamiento y de otros parámetros de las asociaciones en cada biotopo no indican asociación entre las estaciones de cada subzona, podemos asumir que la variabilidad en su estructura no está relacionada con la distribución geográfica dentro de la zona, por lo cual hemos utilizado todas las estaciones para tratar de definir si existe relación en la composición y estructura de las comunidades con el tipo de habitat. En este análisis incorporamos los datos obtenidos para la ictiofauna de los manglares de la zona (CLARO Y GARCÍA-ARTEAGA, 1993).

Un análisis de agrupamiento, empleando el índice de disimilitud de Bray-Curtis (BOESH, 1977) con todas las estaciones mostró una gran afinidad entre las ictiofaunas de igual biotopo (Fig. 4), delimitándose tres agrupaciones básicas: a) las pendientes arrecifales, b) los manglares, y c) los biotopos ubicados en el centro de la plataforma: cabezos, mesetas y bancos arrecifales. Similares resultados se obtuvieron al emplear el índice de similitud de Sorensen.

Se observó además afinidad entre las ictiofaunas de los cabezos con la pendiente arrecifal a 15 m, lo cual debe estar relacionado con la ubicación geográfica de los primeros, muy cerca del talud insular, y con similar relieve.

Las mesetas y los bancos arrecifales mostraron también un alto nivel de semejanza. Ambas agrupaciones (pendiente y cabezos por un lado y mesetas y bancos por otro) aunque

evidencian peculiaridades propias, se unen a un nivel relativamente alto de similitud. Los manglares, poseen peculiaridades diferentes.

Los valores del coeficiente de comunidad entre biotopos fluctuó de 0,57 a 0,73 ($0,65 \pm 0,06$) (Tabla 6). Sin embargo, al comparar estos con los manglares, empleando los datos de CLARO *ET AL.*, (1993), la similitud fu mucho menor: de 0,38 a 0,48 ($0,42 \pm 0,05DE$).

En total, se observaron 172 especies (pertenecientes a 45 familias) en todos los arrecifes muestreados en el Archipiélago. El mayor nmero de especies se encontr en la pendiente arrecifal (132) y los cabezos (131), siguiendole en importancia las mesetas (Fig. 5), coincidiendo con los valores del índice de riqueza.

Solo el 44,8% (77 especies) fueron comunes a los cuatro tipos de arrecifes o hábitats censados. Por el contrario, 33 especies (19%) se observaron en uno solo de los cuatro biotopos y 13 (7,5%) se encontraron en dos biotopos.

Arbitrariamente, hemos considerado como especies predominantes, aquellas representadas en más de 67% por su frecuencia y más de 50% por su abundancia proporcional (categorías A/1 y A/2) y aquellas que estuvieron presentes en 33 a 67% de los mues-

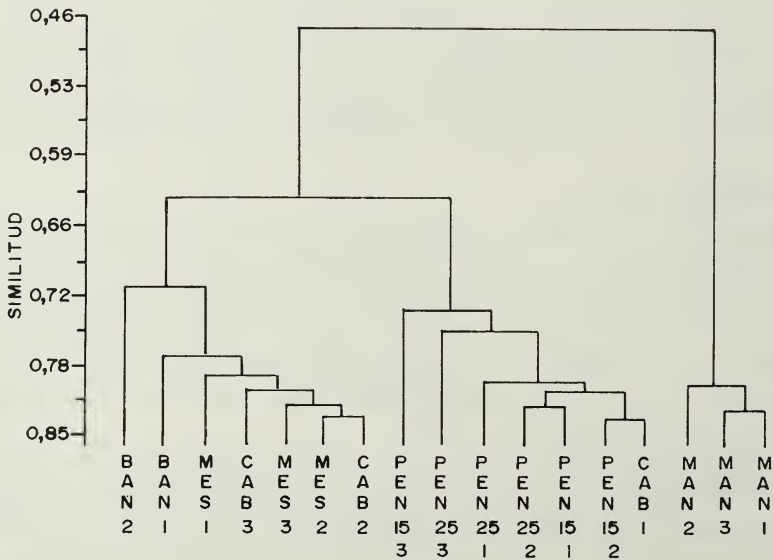


Fig. 4. Análisis de agrupamiento de las comunidades de peces en diferentes tipos de arrecifes en tres subzonas del Grupo Insular Sabana-Camagüey, empleando el índice de disimilitud de Bray-Curtis, con los muestreos acumulativos por biotopos. Abreviaturas: BAN- bancos arrecifales; CAB- cabezos o parches; MES- mesetas; PEN- pendientes.

Fig. 4. Cluster analysis of fish communities on different reef habitats from three subzones of the Insular Group Sabana-Camagüey, using the Bray-Curtis dissimilarity index, with cummulative samples by biotopes. Abreviatures: BAN - reef banks; CAB - patch reefs; MES - reef crests PEN - reef slopes.

Comparaciones biotopo-subzona	C _g	Comparaciones biotopo-subzona	C _g
BAN-1 y BAN-2	0,48	PEN y MES	0,63
CAB-1 y CAB-2	0,60	PEN y CAB	0,71
CAB-1 y CAB-3	0,57	PEN y BAN	0,57
CAB-2 y CAB-3	0,69	MES y CAB	0,73
MES-1 y MES-2	0,63	MES y BAN	0,63
MES-1 y MES-3	0,65	CAB y BAN	0,64
MES-2 y MES-3	0,74	MAN y MES	0,48
PEN-1 y PEN-2	0,73	MAN y PEN	0,38
PEN-1 y PEN-3	0,69	MAN y BAN	0,38
PEN-2 y PEN-3	0,69	MAN y CAB	0,46
PEN-15 y PEN-25	0,68		

Tabla 6. Valores del coeficiente de comunidad (C_g), entre biotopos y subzonas del Archipiélago Sabana-Camagüey.

Table 6. Values of community coefficient (C_g), between biotopes and subzones from the Archipelago Sabana-Camagüey.

treos, pero que constituyeron más de 75% por su abundancia (categoría B/1). La Tabla 7 reúne a las 23 especies que al menos en uno de los cuatro hábitats alcanzaron una de esas categorías. La misma tabla muestra notables diferencias en la densidad relativa de las especies dominantes entre diferentes biotopos. Solamente 3 especies (*Thalassoma bifasciatum*, *Scarus croicensis* y *Acanthurus bahianus*) fueron predominantes en los cuatro biotopos, siete lo fueron en 2 y 3 hábitats, y otras siete en solo uno de los cuatro. Solo el 44% de las especies fueron predominantes en más de dos tipos de hábitats.

El valor ms alto de H' se encontró en los arrecifes de banco, a pesar de que en ellos el número de especies fue menor que en los demás bitopos. En ello influyó la baja dominancia en relación con los demás biotopos. En los bancos es menor la riqueza de especies que en las mesetas, cabezos y pendiente arrecifal. Al comparar estos datos con los obtenidos para los manglares (CLARO Y GARCÍA-ARTEAGA, 1993) se observa la notable diferencia entre estos y los arrecifes.

En lo que se refiere a los últimos, esta gradación coincide con la disminución de la complejidad topográfica de los correspondientes bitopos. En el manglar intervienen además otros factores, como la influencia de condiciones ambientales poco constantes y tensas. En ese biótomo también se observaron los menores valores de H', R' y J', especialmente en aquellas estaciones afectadas por la alta salinidad en las macrolagunas. La densidad y biomasa acumulativas, sin embargo, fueron máximas en los manglares (CLARO Y GARCÍA-ARTEAGA, 1993).

En la pendiente arrecifal, la biomasa de pargos (Lutjanidae) fué alta gracias a la presencia de *L. analis*, *L. jocu*, y *L. cyanopterus*. Los meros (Serranidae) fueron más abundantes (en densidad y biomasa) en este biótomo que en los demás. No obstante, las especies más características por su frecuencia y densidad, fueron el cromis azul (*Chromis cyaneus*) y la chopita bicolor (*Stegastes partitus*), menos abundantes en los otros biotopos

Especies	Bancos F/a-b	Cabezos F/a-b	Mesetas F/a-b	Pendientes F/a-b
<i>Holocentrus rufus</i>	A/3-2	A/3-3	A/2-2	A/3-3
<i>Gramma loreto</i>	B/3-4	B/3-4	C/4-4	A/2-4
<i>Lutjanus apodus</i>	B/2-2	A/3-2	A/2-2	B/3-3
<i>Ocyurus chrysurus</i>	B/1-1	A/3-2	A/3-3	A/2-2
<i>Haemulon flavolineatum</i>	A/2-2	A/1-2	A/1-1	B/2-3
<i>Haemulon plumieri</i>	A/2-3	A/1-1	A/2-2	A/2-2
<i>Haemulon sciurus</i>	A/3-2	A/2-2	A/2-2	A/2-2
<i>Abudefduf saxatilis</i>	A/2-2	C/3-3	A/2-2	C/4-4
<i>Chromis cyaneus</i>	B/2-3	B/2-3	A/1-3	A/1-3
<i>Microspathodon chrysurus</i>	B/2-2	B/3-4	A/2-2	C/4-4
<i>Stegastes dorsopunicans</i>	A/2-3	B/3-4	A/2-3	C/4-4
<i>Stegastes partitus</i>	B/2-4	A/2-4	A/2-3	A/2-3
<i>Bodianus rufus</i>	A/2-3	B/3-3	A/3-3	A/3-3
<i>Clepticus parrai</i>	-	C/4-3	C/4-4	A/2-3
<i>Halichoeres bivittatus</i>	A/2-3	A/2-3	C/4-4	A/2-3
<i>Halichoeres garnotti</i>	A/3-4	A/2-3	A/3-3	A/2-3
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	A/1-3	A/2-3	A/1-2	A/2-3
<i>Scarus croicensis</i>	A/2-3	A/2-3	A/2-3	A/2-3
<i>Sparisoma chrysopterum</i>	A/3-2	A/2-2	A/3-3	A/3-3
<i>Sparisoma viride</i>	A/2-2	A/3-2	A/2-2	A/2-2
<i>Acanthurus bahianus</i>	A/2-2	A/2-2	A/2-2	A/3-2
<i>Acanthurus coeruleus</i>	A/2-2	A/2-2	A/2-2	A/3-2
<i>Acanthurus chirurgus</i>	A/2-2	A/3-3	A/3-3	B/3-3

Tabla 7. Indicadores de frecuencia, abundancia y biomasa (F/a-b) de las especies predominantes en cada tipo de hábitat (categorías A_1 , A_2 y B_1).

Table 7. Frequency/abundance-biomass indices (F/a-b) of dominant species in each habitat type (categories A_1 , A_2 y B_1)

y ausentes del manglar. El loro listado (*Scarus croicensis*) abundante en todos los biótopos, incluyendo la praderas de *Thalassia* cercanas a los manglares (no cuantificados en este trabajo) fué una de las especies más conspicuas de la pendiente (IJ =2).

Los roncós, que constituyeron la más alta biomasa a nivel de familia en los manglares y cabezos, presentan cierta ordenación espacial: en el manglar predominó *Haemulon sciurus*, y en los demás biótopos *H. flavolineatum* con otra especie del mismo género, por ejemplo: con *H. plumieri* en los cabezos y arrecifes de banco, y con *H. sciurus* en la pendiente y las mesetas.

Las doncellas, especialmente *Thalassoma bifasciatum* estuvieron presentes en notable densidad en todos los biótopos, al igual que los loros (Scaridae) y barberos (Acanthuridae). Los loros alcanzaron una relativamente alta biomasa (24,3 g/m²) en los arrecifes de banco, mientras que los barberos fueron más abundantes en las mesetas (18,7 g/m²).

La mayor biomasa de especies comerciales se encontró en la pendiente arrecifal y los cabezos.

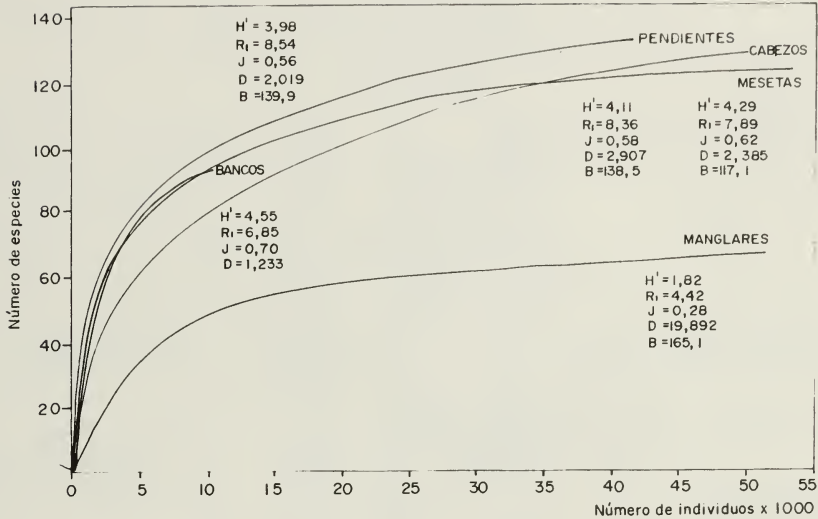


Fig. 5. Curvas acumulativas promedio del número de especies y valores de algunos indicadores de la estructura de las comunidades de peces en cuatro tipos de arrecifes y en los manglares del Grupo Insular Sabana-Camagüey.

Fig. 5. Average cummulative curves of species and values of some parameters of fish community structure on four reef habitats and from mangroves from the Insular Group Sabana-Camagüey.

DISCUSIÓN

Los resultados presentados demuestran una mayor diferencia en la estructura de las comunidades de peces, (especialmente la abundancia relativa de las principales especies) entre diferentes tipos de arrecifes o hábitats, que entre diferentes sitios para un mismo tipo de hábitat, por lo cual coincidimos con los conceptos planteados por ALEVIZON *ET AL.*, (1985) en cuanto a los patrones de zonación y estructura de las comunidades de peces arrecifales del Caribe, coincidentes a su vez con las regularidades observadas para los peces del Indo-Pacífico (WILLIAMS, 1982; WILLIAMS Y HATCHER, 1983).

Es decir que a la escala empleada, la distribución de las especies principales posee características diferentes para cada tipo de arrecife. Ello parece consecuencia de cierta compartimentación de los recursos, lo cual juega un importante papel en la estructuración y diversidad de las comunidades de peces, y apoya el criterio determinístico expresado por varios autores (SMITH, 1973; HOBSON, 1974; SMITH Y TYLER, 1975; HOBSON Y CHESS, 1976; 1978; MOLLES, 1978; ANDERSON *ET AL.*, 1981; GREENFIELD Y GREENFIELD, 1982), en cuanto al papel del hábitat en el ordenamiento de la estructura de las comunidades de peces arrecifales.

Las biomásas de peces en los arrecifes de diferentes regiones, según datos de la literatura, fluctúan entre 1 y 4 895 g/m² (Tabla 8). Sin embargo, tal variabilidad, en gran medida se debe a la diversidad de los métodos de muestreo y escalas espaciales empleadas, aunque también influyen notablemente en los resultados, las características propias del hábitat y la actividad pesquera.

Localidad	Biotopo	Biomasa (g/m ²)		Referencias
En arrecifes				
Oceano Pacífico:				
Enewetok Atoll	meseta	5-11	(9)	Odum y Odum, 1955
One Tree Island	arrecifes varios	43-390		Talbot y Goldman, 1972
Gran Barrera, Australia	arrecife exterior	209		Goldman y Talbot, 1976
	arrecife interior	93		Williams y Hatcher, 1983
	arrecife de plataforma	239		
	arrecife exterior	156		
Hawaii, Gran Barrera	barrera arrecifal	1-184	(62)	Brock, 1954
	"	132		McCain y Peck, 1973
Mauritius, Gran Barrera	"	8		Cushing, 1971
	"	21		
NW Nueva Zelandia	arrecifes varios			
	relieve bajo	<1-203		Russell, 1977
	relieve alto	<1-299		
Haiti, Bahia Kaneole		125		Wass, 1967
Oceano Atlántico				
Islas Vírgenes	barrera arrecifal	160		Randall, 1963
	"	38		Damman <i>et al.</i> , 1969
Isla Martinica	pendientes	25-90	(63)	Claro <i>et al.</i> , en prensa
Isla Guadalupe	"	26-177	(69)	" " "
Bermudas	arrecifes de parche	49		Bardach, 1959
Golfo de Batabanó, Cuba	mesetas	27-475	(171)	Claro <i>et al.</i> , 1990a
	parches	184-4895	(1089)	Claro <i>et al.</i> , 1990a
	pendientes	17-727	(123)	Datos inéditos de los autores
	parches	9-737	(127)	Este trabajo
Archipiélago Sabana-Camagüey	mesetas	6-588	(117)	
	bancos	8-217	(85)	
	pendientes	36-716	(140)	
En otros biotopos y regiones				
Golfo de Batabanó, Cuba	manglares	1-602	(125)	Valdes <i>et al.</i> , 1990
	arrecifes artificiales		(14490)	Claro <i>et al.</i> , 1990
Islas Vírgens	arrecife artificial	1750		Randall, 1963
Mar Rojo	"	35		Clark, <i>et al.</i> , 1968
Sur Nueva Inglaterra, E.U.	fondos blandos	2-23	(9)	Merriman y Warfel,
1948				
Canal Inglés	"	5		Harvey, 1950
Texas	playas de arena	3-12		McFarlane, 1965
Bahia Monterrey, California	rocas con algas		(35)	Quast, 1968
South Atlantic Bight, N Carolina	fondos blandos	1-2,5		Wenner y Sedberry, 1984
				(cit. Russ, 1991)

Tabla 8. Estimados de biomasa de peces en arrecifes coralinos y en otros biotopos. Los valores entre parentesis son promedios.

Table 8. Estimated fish standing crops on coral reefs and other biotopes. Average values given in parentheses.

Comunidades de peces del grupo insular Sabana-Camagüey, Cuba

Localidad	Area (Km ²)	Año	Captura (TM/Km ²)	Esfuerzo pesquero	Referencias
Oceano Pacífico					
Mauritius	350	1945	4.7	alto	Weeler y Ommanney, 1953
Mauritius	350	1977	3.5	alto	FAO, 1979
Kenya, N	20000	1977	4.9	?	
Kenya, S	?	1977	5.6	?	
Tanzania, N	17000	1977	4.7	alto	
Tanzania, S	1977	4.8	?		
Maho, E	?	1977	1.4	bajo	
Maho, N	?	1977	3.1	bajo	
Fijian Atolls	?	reciente	4.4	alto	Bayliss-Smith, (cit. por Russ, 1984)
Lametrek Atoll	?	1964	0.4	bajo	Alkire, 1965*
Samoa Americana	?	reciente	8.0	alto	Hill, 1978
	3	"	18.0	alto	Wass, 1980
Philipinas (I.Sumilon)	0.5	1976	9.7	alto	Alcalá, 1981
Philipinas (I.Sumilon)	0.5	1977	14.0	alto	
	0.5	1978	15.0	alto	
	0.5	1979	23.7	alto	
	0.5	1980	19.9	alto	
		1983-	36.9	?	Alcalá y Russ, 1990
		1984	?		
		1985-	19.9	?	
Filipinas (I.Apo)	0.75	1980	12.8	alto	Alcalá y Luchavez, 1982
	"	"	24.9	?	Bellwood, 1988
	"	"	22.1	?	Savina y White, 1986
Filipinas (I. Pamilacan)			10.7	?	
Filipinas(Hulao-hulgo)			5.2	?	Alcalá y Gómez, 1985
Filipinas (Seelong)			6.0	?	
Papua, Nueva Guinea (Isla Tijak)			0.4	?	Wright y Richards, 1985
Papua, Nueva Guinea (Puerto Moresby)				5.0	? Lock, 1986
Atlántico occidental					
Jamaica	11760	1968	1.7	alto	Munro, 1983
Puerto Rico	2300	1971	0.8	alto	Juhl y Suarez-Cabro, 1972
Bermuda	1035	1956	0.4	bajo	Bardach y Menzel, 1975
Martinica (total)		1987	1.7	alto	Gobert, 1990
(demersales)			1.1	alto	
Cuba, total, con invertebrados y quelonios	53126	1959-65	0.507	bajo	este trabajo
Cuba, total, con invertebrados y quelonios	53126	1981-84	1.268	alto	
Cuba, zona SE	17992	1981-84	0.933	alto	
Cuba, zona SW	20870	1981-84	0.657	alto	
Cuba, zona NW	3949	1981-84	0.856	alto	
Cuba, zona NE	10115	1981-84		alto	

Tabla 9. Productividad de las capturas de peces en zonas arrecifales.
Table 9. Yields of fishes from coral reefs.

Los arrecifes de parche, por ejemplo, en un área muy pequeña pueden concentrar grandes cantidades de peces, la gran mayoría de los cuales solo lo utilizan como refugio o como punto de referencia, durante el día, mientras que de noche se dispersan para forrajear por las extensas praderas marinas que los rodean, con el consecuente transporte de energía hacia el arrecife. En tal caso la biomasa de peces estimada para un cabezo puede resultar muy alta, como ocurre con los que se encuentran dispersos en las macrolagunas del Golfo de Batabanó.

En los arrecifes extensos, como las mesetas y pendientes, la distribución es más homogénea, ya que los peces disponen de gran área con refugios y la zona de forrajeo se extiende por el propio arrecife y sus cercanías.

A partir de los datos de biomasa y capturas por área en diferentes regiones, RUSS (1984) sugiere que estas últimas constituyen aproximadamente 5% de las biomásas. Por otra parte, varios autores (STEVENSON Y MARSHALL, 1974; CARPENTER, 1977; MARSHALL, 1980, RUSS, 1984; 1991) coinciden en que el potencial estimado de los ecosistemas formados por arrecifes y hábitats adyacentes, fluctúa entre 0,5 y 5 $\text{tm}/\text{km}^2/\text{año}$. A juzgar por estos criterios, sin embargo, la productividad pesquera de la plataforma cubana debía ser superior.

En contraste, las capturas en algunas regiones del Indo-Pacífico resultan muy superiores a las obtenidas en Cuba. Ello evidentemente resulta de la comparación de regiones con muy diferente cubrimiento de corales (RUSS, 1984) y de la escala espacial empleada. En Cuba, por ejemplo, los arrecifes cubren solo una pequeña extensión de la plataforma, en la cual prevalecen praderas marinas, arenales y fondos blandos, por lo cual al dividir las captura total entre el área de la plataforma se obtiene una productividad global de solo 1,3 $\text{tm}/\text{km}^2/\text{año}$. Tal captura sería equivalente a solo 0,6-1,9% (aproximadamente 1% como promedio) de la biomasa estimada en todos los arrecifes muestreados.

Sin embargo, las estimaciones hechas por ejemplo en Samoa Americana y Sumilon (Filipinas) alcanzan valores de 8 a 23,7 $\text{tm}/\text{km}^2/\text{año}$, pero han sido estimadas en base a capturas en pequeñas áreas con un alto cubrimiento de corales (RUSS, 1984).

En Mauritius se estimaron biomásas en los arrecifes de 8 y 21 tm/km^2 (CUSHING, 1971), y las capturas en dicha isla se calcularon para 1977 en 3,5 tm/km^2 (FAO, 1979) o sea 44-15% de la biomasa. Tales cifras, sin embargo parecen poco reales.

Lamentablemente, son pocos los casos en que se han realizado estimaciones de biomasa y capturas en un mismo lugar, y casi no existen datos en que ambos parámetros además, hayan sido evaluados con los mismos métodos. De ahí que resulta poco probables hacer estimaciones confiables rendimientos en base a los datos de biomasa, aunque evidentemente estos pueden ofrecer informaciones cualitativas importantes. Resulta particularmente necesaria la evaluación de la proporción de áreas cubiertas por arrecifes en el ecosistema, a lo cual debe contribuir sustancialmente la interpretación de imágenes aéreas y de satélites.

La aplicación de un mismo método por el mismo personal, nos permitió una comparación confiable entre las comunidades de peces en las pendientes arrecifales del N y S de Cuba con las islas Guadalupe y Martinica (CLARO *ET AL.*, en prensa). En estas últimas, la biomasa de peces resultó casi 50% de la encontrada en igual hábitat en las zonas NE y SW de Cuba. Ello se debe principalmente a la casi desaparición de peces de tallas grandes

(Serranidae, Lutjanidae, tiburones, etc) en dichas islas, como resultado de un excesivo esfuerzo pesquero.

En el caso de la isla Martinica con biomasa de peces muy inferiores, se obtiene una productividad pesquera mayor que en Cuba: 1,68 tm/km²/año (GOBERT, 1990). En las primeras se manifiesta desde hace años, una clara sobre-explotación del ecosistema, mientras que en Cuba se mantiene el nivel de captura máxima sostenible para la mayoría de las especies. En Martinica y al parecer en muchas otras islas de las Antillas Menores, la pesca se basa esencialmente en los pequeños peces arrecifales (Scaridae, Acanthuridae, Hemiramphidae, Haemulidae, Holocentridae, así como ejemplares de pequeña talla de Lutjanidae, Serranidae y Carangidae), muchos de los cuales no se consideran aptos para el consumo en Cuba, con niveles tróficos inferiores (herbívoros, planctófagos, detritívoros y carnívoros primarios). Tales características parecen aplicarse a las capturas de Jamaica, a juzgar por los datos de MUNRO (1983). En Cuba, sin embargo, las capturas aún se mantienen, en gran medida, sobre especies de mediana a gran talla (Lutjanidae, Carangidae, Serranidae, tiburones, batoideos, etc.), mayormente carnívoros secundarios y piscívoros, a pesar de que ya desde hace varios años se viene observando la sobre-explotación de algunas especies y cierta sustitución por especies de menores talla y valor comercial (CLARO Y GIMENEZ, 1989; CLARO ET AL., 1990). Es decir, que para mantener el nivel de calidad en las capturas actuales no es conveniente un incremento del esfuerzo, sino por el contrario una reducción y mejor ordenamiento del mismo. De estas cifras puede deducirse además, que una extracción de aproximadamente 1,3 tm/km² parece ser un límite para las islas del Caribe. Esta opción, aunque biológicamente menos productiva, ofrece una captura de mejor calidad y mantiene un uso sostenible de estos recursos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dejar constancia de nuestro reconocimiento al Dr. Luis M. Sierra y al técnico Jorge L. Hernández por su colaboración en los muestreos, así como a los tripulantes y buzos del Instituto de Oceanología que contribuyeron a la ejecución de los mismos. Muy en particular agradecemos al Dr. Pedro M. Alcolado, sus acertados comentarios y sugerencias en relación con el análisis de la estructura de las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalá, A.C. 1981. Fish yield of coral reefs of Sumilon Island, central Philippines. *Nat. Res. Counc. Philipp. Res. Bull.* 36:1-7.
- Alcalá, A.C.; y E.D. Gómez. 1985. Fish yields of coral reefs in the central Philippine. *Proc. Int. Coral Reef Congr.*, 5th 5:521-524. Alcalá, A.C., y T. Luchavez. 1982. Fish yield of the coral reef surrounding Apo Island, Negros Occidental, Central Visayas, Philippines., 1:69-73.
- Alcalá, A.C.; y G.R. Russ. 1990. A direct test of the effect of protective management of abundance and yield of tropical marine resources. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 46:40-47.
- Alevizon, W., R. Richardson, P. Pitts y G. Serviss. 1985. Coral zonation and patterns of community structure in Bahamian reef fishes. *Bull. Mar. Sci.* 36(2):304-318.
- Anderson, G.R.V., A.J. Ehrlich, P.R. Ehrlich, J.D. Roughgarden, B.C. Rossell, y F.H. Talbot. 1981. The community structure of coral reef fishes. *Am. Nat.*, 117:476-495.

- Alkire, W. H. 1965. Lamotrek Atoll and inter-island socio-economic ties. *Illinois Studies in Anthropology* 5: 180 pp. Univ. Illinois Press.
- Bardach, J.E. 1959. The summer standing crop of fish on a shallow Bermuda reef. *Limnol. Oceanogr.*, 4:77-85.
- Bardach, J.E. y D.W. Menzel. 1957. Field and laboratory observations on the growth of certain Bermuda reef fisheries. *Gulf and Carib. Fish. Inst.* 9:106-112.
- Bellwood, D.R.. 1988. Seasonal changes in the size and composition of the fish yield from reefs around Apo Island, Central Philippines, with notes on methods of yield estimation. *J. Fish Biol.* 32:881-893.
- Brock, V.E. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fishes populations. *J. Wildl. Manage.*, 18:297-308.
- Brock, R. E., C. Lewis, y R. C. Wass. 1979. Stability and structure of a fish community on a coral patch reef in Hawaii. *Mar. Biol.*, 54:281-292.
- Boesch, D.F. 1977. Application of numerical classifications in ecological investigations of water pollution. *Ecological Res. ser.*, EPA-GOO/3-77-033, 115 pp.
- Carpenter, K.E. 1977. Philippine coral reef fisheries resources. *Philipp. J. Fish.*, 17:95-125.
- Clark, E., A. Ben-Tuvia y H. Steinitz. 1968. Observations on a coastal fish community, Dahlak Archipelago, Red Sea. Israel South Red Sea Expedition 1962, Rep. 30, *Sea Fish. Res. Sta. Haifa Bull.*, 49:15-31.
- Claro, R. J.P. García-Arteaga, Y. Bouchon-Navarro, M. Louis, y C. Bouchon. En prensa. La estructura de las comunidades de peces en los arrecifes de las Antillas Menores y Cuba.
- Claro R, J.P. García-Arteaga, E. Valdés-Muñoz y L. M. Sierra. 1990a. Características de las comunidades de peces en los arrecifes del Golfo de Batabanó. En *Asociaciones de peces en los biotopos del Golfo de Batabanó* (R. Claro, ed.) Editorial Academia, pp. 1-49.
- Claro R, J.P. García-Arteaga, E. Valdés-Muñoz y L. M. Sierra. 1990b). Alteraciones de las comunidades de peces en el Golfo de Batabanó, en relación con la explotación pesquera. En *Asociaciones de peces en los biotopos del Golfo de Batabanó* (R. Claro, ed.) Editorial Academia, pp. 50-66.
- Claro, R. y J.P. García-Arteaga. en prensa. Crecimiento. En *Ecología de los peces marinos de Cuba*, (R. Claro, ed.), Editorial Academia.
- Claro, R.; y J.P. García-Arteaga. 1993. Estructura de las comunidades de peces asociados a los manglares del Grupo Insular Sabana-Camagüey. *Revista de Oceanología y Ecología Tropical Avicennia*, 0:60-82.
- Cushing, D.H. 1971. Survey of resources of the Indian Ocean and Indonesian area. *FAO/IOFC/DEV/71/2*.
- Dammann, A. E. *et al.*, 1969. A study of the fisheries potential of de Virgin Islands. *Ecol. Res. Sta. Contr.*, 3:1-197 (cit. por Russ, 1984).
- FAO, 1979. Report of the FAO/IOP workshop on the fishery resources of the western Indian Ocean south of the equator. *Indian Ocean Program Development Report* 45.
- Gladfelter, W.B. J. C. Ogden y E. H. Gladfelter. 1980. Similarity and diversity among coral reef fish communities: a comparison between tropical western Atlantic (Virgin Islands) an tropical central Pacific (Marshall Islands) patch reefs. *Ecology*, 61:1156-1168.
- Gobert, B. 1990. Production relative de pecheries cotiere en Martinique. *Aquat. Living. Res.* 3:181-191.
- Goldman, B. y F.H. Talbot. 1976. Aspects of the ecology of coral reef fishes. En *Biology and geology of coral reefs* (O.A. Jones y R. Endean, eds.) Academic Press, N.Y., 3:125-154.
- Goodall, D. W. 1973. Sample similarity and species correlation. En *Handbook of vegetation science* (R.H. Wittaker, ed.), vol 5, W.Jank, La Hague, Netherlands, pp. 106-156.
- Goreau, T.F. 1959. The ecology of Jamaican coral reefs. *Ecology* 40:67-90.
- Greenfield, D.W. y T.A. Geenfield. 1982. Habitat and resources partitioning between two species of *Acanthemblemaria* (Pisces: Chaenopsidae), with comments on the chaos hypothesis. En *The Atlantic Barrier ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize, I: structure and communities*. (K. Rutzler y G. Macintyre, eds.) Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Harvey, H.W. 1950. On the production of living matter in the sea off Plymouth. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 29:97-137.
- Hill, R.B. 1978. The use of nearshore marine life as food resources by American Samoans. *Pac. Is. Stu. Progr. Univ. Hawaii*, 170pp.
- Hobson, E.S. 1974. Feeding relationships of teleostean fishes on coral reef in Kora, Hawaii. *Fish. Bull.*, 72(4):915-1030.
- Hobson, E.S., J.R. Chess. 1976. Trophic interactions among fishes and zooplankton near shore at Santa Catalina Island, California. *Fish. Bull.* 74:657-698.
- Jones, R.S., y J.A. Chase. 1975. Community structure and distribution of fishes in an enclosed high island lagoon in Guam. 11:127-148.
- Huhl, R., y J. Suarez-Caabro. 1972. La pesca en Puerto Rico, 1971. *Agro. y Pesq.* 4:1-52.
- Lock, J. M. 1986. Fish yields of the Port Moresby barrier and fringing reefs. *Tech. Rep. Dep. Primary Ind. (Papua, New Guinea)* 86(2):1-17.
- Margalef, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publ. Inst. Biol. Barcelona* 9:5-27.
- Marshall, N.. 1980. Fishery yield of coral reefs and adjacent shallow water environments. En *Stock Assessment for tropical small-scale fisheries*, (S.B. Saila y P.M. Roedel, eds.), Int. Cent. Mar. Res. Dev. University of Rhode Island, Kingston.
- Mason, C.F. y R.J. Bryant. 1974. The structure and diversity of the animal communities in a broadland reedswamp. *J. Zool.* , 172:289-302.

- Munro, J. L. 1983a. Coral reef fish and fisheries of the Caribbean Sea. En *Caribbean Coral Reef Fishery Resources* (J.L. Munro, ed.), *ICLARM Studies Review*, 7:1-9.
- McCain, J. C. y J. M. Peck. 1973. The effect of Hawaiian power plant on the distribution and abundance of reef fishes. Seagrass Advisory report, NIH-Segrant. AR73-03 (cit. por Russ, 1984).
- McFarlane, W.N. 1965. Seasonal changes in the number and biomass of fishes from the surf at Mustang Island, Texas. *Publications of the Institute of Marine Science, University of Texas* 9:91-105.
- Merriman, D., y H.E. Warfel. 1948. Studies on the marine resources of southern New England. VII. Analysis of a fish population. *Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection* 11(4):131-163 (cit. por Russ, 1984).
- Molles, M.C. 1978. Fish species diversity on model and natural reef patches: experimental insular biogeography. *Ecol. Monogr.*, 48:289-306.
- Odum, H. T. y Odum, E. P. 1955. Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on Eniwetok Atoll. *Ecol. Monogr.*, 25(3):291-320.
- Ogden, J.C. 1982. Fisheries management and the structures of coral reef fish communities. En *The Biological basis for reef fishery management* (G.R. Huntsman, W. R. Nicholson y W.W. Fox Jr., eds.), NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-80, PP. 147-159.
- Ogden, J.C. y J.P. Ebersole. 1981. Scale and community structure of coral fishes: a long-term study of a large artificial reef. *Marine Ecology Progress Series* 4:97-104.
- Quast, J.C. 1968. Estimates of the populations and the standing crop of fishes. En *Utilization of Kelp-bed Resources in Southern California* (W.J. North y C.L. Hubbs, eds). California Department of Fish and Game, Fish Bulletin 139, 264 pp.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.*, 13:131-144.
- Randall, J. E. 1963. An analysis of the fish populations of artificial and natural reefs in the Virgin Islands. *Caribb. J. Sci.*, 3(1):31-47.
- Russ, G.. 1984. A review of coral reef fisheries. *UNESCO Rep. Mar. Sci.* 27:74-92.
- Russ, G.. 1991. Coral reef fisheries: effects and yields. En *The Ecology of Fishes of Coral Reefs* (P.F. Sale, ed.), Academic Press, Inc., pp. 601-635.
- Sanders, H. L. 1960. Benthic study in Buzzards Bay. III. The structure of the soft bottom communities. *Limnol. Oceanogr.*, 5:138-153.
- Savina, G.C.; y A.T. White. 1986. Reef fish yields and non reef catch of Palmican Island, Bohol, Phillipines. En *The First Asian Fisheries Forum* J.L. Maclean, L. B. Dizon y L.V. Hosillos, eds.), Asian Fish. Soc., Manila, Phillipines, pp. 497-500.
- Shannon, C. E. y W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication*. Illinois Press, Urbana, 177 pp.
- Smith, C. L. 1973. Small rotenone stations: a tool for studying coral reef fish communities. *Am. Mus. Novitates*, 2512:1-21.
- Smith, C. L. y Tyler, J. C. 1975. Succession and stability in fish communities of dome-shaped patch reefs in the West Indies. *Am. Mus. Novitates*, 2572:1-18.
- Stevenson, D.K. y N. Marshall. 1974. Generalizations on the fisheries potential of coral reefs and adjacent shallow-water environments. *Proc. 2nd. Int. Symp. Coral Reefs*, Brisbane.
- Talbot, F.H., y B. Goldman 1972): A preliminary report on the diversity and feeding relationships of reef fishes of One Tree Island, Great Barrier Reef System. En . Marine Biology Association of India, Mandoporan Camp, India, pp. 425-442.
- Wass, R.C. 1967. Removal and repopulation of the fishes on an isolated patch coral reef in Kaneohe Bay, Oahu, Hawaii. Directed Research Report, Zoology Dpt., University of Hawaii, 77 p.
- Wass, R. C. 1980. The shoreline fishery of American Samoa -past and present. En: *Ecological aspects of coastal zone management* [J. L. Munro, ed], Proc. Seminar on Marine and Coastal Processes in the Pacific. Motupore Is. Res. Centre, July 1980, UNESCO, Jakarta, pp. 51-83.
- Wheeler, J.F.G. y F.D. Ommanney. 1953. *Report on the Mauritius-Seychelles fisheries survey 1948-1949*. Col. Off. Fish. Publ. 3, 145 pp (cit. por Russ, 1984).
- Williams, D. McB. 1982. Patterns in the distribution of fish communities across the central Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 1:35-43.
- Williams, D. McB., y A.I. Hatcher. 1983. Structure of fish communities on outer slopes of inshore, mid-shelf and outer shelf reefs of the Great Barrier Reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10:239-250.
- Wright, A.; y A.H. Richards. 1985. A multispecies fishery associated with coral reef in the Tigak Islands, Papua New Guinea. *Asian Mar. Biol.* 2:69-84.
- Valdes-Muñoz, E., R. Claro, J. P. García-Arteaga, y L. M. Sierra. 1990. Características de las comunidades de peces en los manglares del Golfo de Bataban. En *Asociaciones de peces en los bióticos del Golfo de Batabanó* [R. Claro, ed.]. Editorial Academia, pp. 67-82.